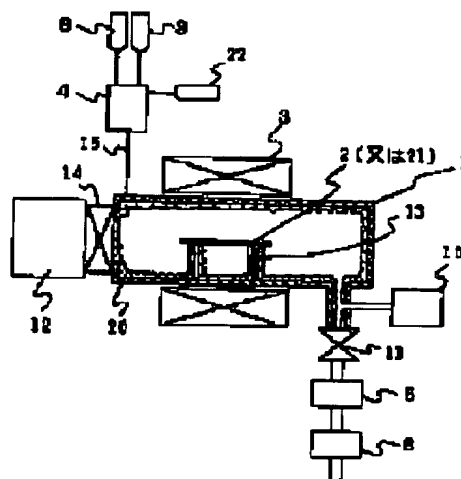


Patent number: JP8078339
Publication date: 1996-03-22
Inventor: HOSHINO MASAKAZU; WATANABE TOMOJI; UCHINO TOSHIYUKI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: H01L21/205; H01L21/3065
- european:
Application number: JP19940212360 19940906
Priority number(s):

PURPOSE: To enhance the long-term stable operation and the yield of an apparatus by a method wherein a reaction product which is stuck and deposited on the wall surface of a low-pressure reaction container for a CVD apparatus or the like is removed without damaging the reaction container.

CONSTITUTION: A coating film 20 whose material is different from that of a reaction container 1 is formed inside the reaction container 1 for a CVD apparatus. A deposited film which is deposited on the coating film 20 inside the reaction container 1 is etched by a gas. When the deposited film is etched and removed, the coating film 20 is then etched. As a result, N₂ gas is generated inside the reaction container 1. A change in its concentration is monitored by a gas analyzer 10, and an etching process for cleaning the deposited film is finished.



2004/12/07

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-78339

(43)公開日 平成8年(1996)3月22日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/205

21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/ 302

E

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-212360

(22)出願日 平成6年(1994)9月6日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 星野 正和

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 渡辺 智司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 内野 敏幸

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

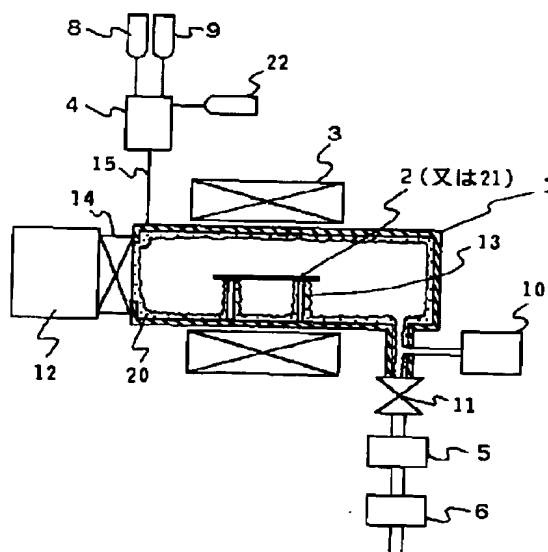
(54)【発明の名称】 半導体製造装置

(57)【要約】

【目的】CVD装置等の低圧反応容器の壁面に付着、堆積する反応生成物を、反応容器に損傷を与えずに除去する事により、装置の長期安定稼働と歩留まりの向上を図る。

【構成】CVD装置の反応容器1内に反応容器の材質と異なるコーティング膜20を成膜する。反応容器1のコーティング膜20上に堆積した堆積膜16をガスでエッチングする。堆積膜16がエッチングにより除去されると、次に、コーティング膜20がエッチングされるため、反応容器1内に N_2 ガスが発生する。この濃度の変化をガス分析器10で監視し、堆積膜16のクリーニングのためのエッチングプロセスを終了する。

図 1



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】反応容器、前記反応容器内にガスを導入するためのガス供給系、前記ガスを排気するためのガス排気系、ウエハ加熱冷却機構及びプラズマ源、または、どちらか一つにより構成し、前記反応容器内に設置したウエハに成膜やエッチングを行う半導体製造装置において、前記反応容器の材質と異なる膜を、予め前記反応容器の内壁面にコーティングした事の特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】反応容器、前記反応容器内にガスを導入するためのガス供給系、ガスを排気するためのガス排気系、ウエハ加熱冷却機構及びプラズマ源、または、どちらか一つにより構成し、前記反応容器内に設置したウエハに成膜やエッチングを行う半導体製造装置において、前記反応容器の材質と異なる膜がコーティングされた材料で出来た反応容器を有することを特徴とする半導体製造装置。

【請求項3】反応容器、前記反応容器内にガスを導入するためのガス供給系、ガスを排気するためのガス排気系、ウエハ加熱冷却機構及びプラズマ源、または、どちらか一つにより構成し、前記反応容器内に設置したウエハに成膜やエッチングを行う半導体製造装置において、前記反応容器内に、前記反応容器の材質と異なる複数個の被エッチング材を設置した事の特徴とする半導体製造装置。

【請求項4】請求項1または2において、前記反応容器の材質を石英、コーティング膜の材質を Si_3N_4 にした半導体製造装置。

【請求項5】請求項3において、前記反応容器の材質を石英、被エッチング材の材質を Si_3N_4 にした半導体製造装置。

【請求項6】反応容器、前記反応容器内にガスを導入するためのガス供給系、ガスを排気するためのガス、排気系、ウエハ加熱冷却機構及びプラズマ源、または、どちらか一つにより構成し、前記反応容器内に設置したウエハに成膜やエッチングを行う半導体製造装置において、前記反応容器内に、水晶発振子型の膜厚計を設置した半導体製造装置。

【請求項7】請求項3または5において、前記被エッチング材の形状をシート状にし、前記反応容器内壁面に張りつけた半導体製造装置。

【請求項8】請求項7において、前記被エッチング材を、前記反応容器内壁面に埋め込んだ半導体製造装置。

【請求項9】請求項3または5において、前記被エッチング材の形状を棒状にし、前記反応容器内壁面に埋め込んだ半導体製造装置。

【請求項10】請求項1、2、3、4、5、7、8または9において、前記反応容器の壁面に付着した堆積物をエッチングにより除去する場合に、前記反応容器の材質と異なる被エッチング材部分からの放出ガスの濃度変化

を検出し、エッチングプロセスの終了などの管理を行う様にした半導体製造装置。

【請求項11】請求項3において、前記反応容器内に設置した水晶発振子型の膜厚計の出力を用いて、エッチングプロセスの終了などの管理を行う半導体製造装置。

【請求項12】請求項1から11に記載の半導体製造装置のいずれかをを用いて製造した半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置におけるエッチングの終点判定に係り、特に、CVD装置などの低圧反応容器の内壁面に付着堆積した堆積物をエッチングによりクリーニングする場合に、その終了を判定するために好適な半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の製造では、ウエハに回路作成を行うために、CVD装置やエッチング装置等の種々の真空処理装置が用いられている。これら装置によるウエハの処理過程で、反応容器内に発生する反応生成物等による微小塵埃がウエハ表面に付着する。これが、半導体素子製造過程の歩留まりや装置稼働率低下の主原因となっている。ウエハ表面に付着する塵埃を低減し、歩留まりと装置稼働率の向上を図るには、製造装置内の塵埃を適切に除去、排除（クリーニング）して、反応容器内に常に、清浄にしておく必要がある。

【0003】そのため、ガスエッチング等により、壁面付着堆積物を除去、排除する事が行われる。例えば、特開平4-155827号公報に記載の様に、処理容器内に希釈された ClF_3 を含むクリーニングガスを供給し、反応容器のエッチングを抑えながら、処理容器内に付着した Si_3N_4 系被膜のクリーニングを、短時間で効率良くかつ安全に行う事により、装置稼働率の大幅な向上を図っている。

【0004】この場合のエッチングプロセスの管理は、エッチング実行時間の設定により行われる。この方法では、堆積物が適切に除去できたかの判定が難しい。つまり、エッチング不足の場合は、堆積物が残留する。過剰の場合は、反応容器が損傷する。また、別な終点判定方法は、特開昭63-5532号公報に記載の様に、ガスプラズマによるクリーニングの際、真空チャンバ内の堆積物とガスプラズマとの反応生成物、或いは反応によって消費する物質による発光スペクトルの強度が、クリーニングの終点で変化することから終点検出装置により終点を検出するものがある。しかし、この方法では、反応容器と堆積物の材質が同じ場合、そのエッチングの終点を判定する事が難しい。例えば、石英製の反応容器の壁面に、シリコン酸化膜（ SiO_2 ）が付着、堆積した場合を考えると、その材質組成がほぼ同一であるために、前記した様な、エッチングの終点判定方法は使用出来ない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、半導体製造装置の反応容器の壁面に付着、堆積した反応生成物を、反応容器への損傷を少なくして、効率良く除去することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、(1) 反応容器の内壁面に、反応容器の材質と異なる膜をコーティングする。(2) 反応容器内に、反応容器の材質と異なる被エッチング材を設置する。(3) ガスエッチングによる放出ガスの特定成分の濃度変化を、Q-MASS、ガスクロマトグラフィ、発光分光分析法などを用いて検出する。(3) 反応容器内に、水晶発振子型の膜厚計を設置する。

【0007】

【作用】本発明の半導体製造装置では、反応容器の材質と異なる膜を、予め反応容器の内壁面にコーティングするか、反応容器内に反応容器の壁面材質と異なる被エッチング材を設置する。そして、反応容器の壁面上に堆積する堆積膜の組成が反応容器の材質と同じ場合に、堆積膜をガスエッチングで除去する事を考える。被エッチング材部分に堆積した堆積膜がエッチングにより、取り除かれると、コーティング膜あるいは被エッチング材がエッチングされるので、反応容器内の反応ガスの成分が変化する。この変化を、Q-MASS、ガスクロマトグラフィや発光分光分析法により検出する事により、エッチングの終了を判定する。

【0008】また、水晶発振子などを反応容器内に設置すると、この部分にも、反応容器の壁面と同様に反応生成物が付着、堆積する。そうすると、水晶発振子の質量が大きくなり、水晶発振子の振動数が低下する。この状態で、ガスエッチングすると水晶発振子に堆積した堆積膜もエッチングされて、徐々に、堆積量が減少し、最終的には、無くなり、水晶発振子の振動数が、堆積膜が付着、堆積する前の振動数に戻るため、エッチングの終了を判定する。

【0009】

【実施例】以下、本発明の内容を図1から図9を用いて説明する。図1は本発明の第一実施例の半導体製造装置のブロック図、図2は堆積膜の付着状態の説明図、図3はエッチング時間と窒素ガス濃度の関係を示す説明図である。図4は本発明の第二実施例の半導体製造装置のブロック図、図5は堆積膜の付着状態の説明図、図6は本発明の第三実施例の半導体製造装置の説明図、図7は堆積膜の付着状態の説明図、図8はエッチング時間と窒素ガス濃度の関係を示す説明図である。図9は本発明の第四実施例の半導体製造装置のブロック図である。

*【0010】図1から図3を用いて、本発明の第一実施例を説明する。図1に示す様に、この実施例では、反応容器1にロードロック室12、ガス分析器10が接続されている。反応容器1の内部にウエハ2が置かれ、反応容器1の外側にヒータ3が設置されている。この様な、装置構成において、まず、始めに、ロードロック室12から反応容器1内にダミーウエハ21を導入し、ヒータ3により、設定温度に加熱した状態で、コーティング膜20用のコーティング膜用原料ガス22を、ガス供給系4から反応容器1内に供給すると、ガス反応が起こり、図2に示す様に、反応容器1の壁面上に、均等厚さでコーティング膜20が成膜される。反応後のガスは、真空ポンプ5、除害装置6を経て外部に排気される。

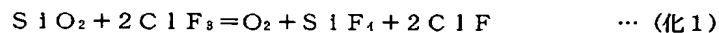
【0011】その後、ロードロック室12から反応容器1内にウエハ2を導入し、ヒータ3により、設定温度に加熱した状態で、原料ガス8を、ガス供給系4から反応容器1内に供給すると、ガス反応が起こり、ウエハ2表面に所望の膜が成膜され、図2に示す様に、反応容器1のコーティング膜20表面上に、均等厚さで堆積膜16が堆積する。反応後のガスは、真空ポンプ5、除害装置6を経て外部に排気される。所望の膜が成膜されたウエハ2は、反応容器1内からロードロック室12に取り出される。そして、また、ウエハ2が反応容器1内に導入され、成膜後に取り出される。この様な、成膜プロセスが数回以上繰り返されると、反応容器1内の堆積膜16の膜厚が増加してくる。そうすると、熱履歴、振動、膜の真性応力などが原因となって、次第に壁面から、堆積膜16が剥がれ易くなり、剥がれた堆積膜16が成膜中のウエハ2に付着する様になる。

【0012】この様な事態を避けるために、定期的に、エッチングガス9をガス供給系4から反応容器1内に供給し、反応容器1のコーティング膜20表面上に付着堆積した堆積膜16をエッチングにより除去する。エッチング後のガスは、真空ポンプ5、除害装置6を経て外部に排気される。このエッチングの終了は、反応ガスの成分変化をガス分析器10で監視する事により判定する。

【0013】例えば、石英製の反応容器1内に、ヒータ3の赤外線に対して、光学的に透明で、反応容器内の温度分布に影響を与えないSi₃N₄膜を、反応容器の壁面にコーティングし、壁面に堆積した堆積膜16(シリコン酸化膜(SiO₂))をClF₃でガスエッチングする事を考える。シリコン酸化膜(SiO₂)をClF₃でガスエッチングすると、その時の化学反応式は、以下の様になる。

【0014】

【化1】



また、Si₃N₄製のコーティング膜20がエッチングさ

【0015】

【化2】



れると、その時の化学反応式は、以下の様になる。

5

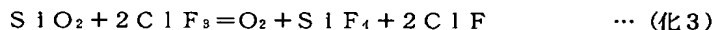
この様に、コーティング膜20が ClF_3 により、エッチングされると、 SiO_2 のエッチングでは、発生しなかった窒素(N_2)ガスが反応容器1内に放出されるようになる。

【0016】従って、図3に示す様に、エッチング時間の経過に伴う、反応容器1内の窒素ガス濃度の変化を監視すれば、エッチングが終了したかどうかを判定できる。つまり、エッチングの開始から、暫くの期間窒素ガスの濃度が零であるが、突然急峻に立ち上がる事が分かる。これは、エッチング開始から、堆積膜16を除去している間は、ガス中に窒素が存在しないためである。堆積膜16が完全に除去されると、次第に、反応容器1壁面のコーティング膜20の表面が、エッチングされる様になり、コーティング膜20に含まれる窒素ガス分子がガス中に存在する様になる。

【0017】この様にして、エッチングの終了判定を行う事により、反応容器1に損傷を与える事なく、効率的に反応容器1内の堆積膜16をクリーニング出来、装置の安定稼働が実現出来るので、装置稼働率及び歩留まりが向上する。

【0018】図4、図5、図3を用いて、本発明の第二実施例を説明する。図4に示す様に、この実施例では、反応容器1にロードロック室12、ガス分析器10が接続されている。反応容器1の内部にウエハ2が置かれ、反応容器1の壁面上に平板状の被エッチング材7が、反応容器1の外側にヒータ3が設置されている。

【0019】この様な、装置構成で、ロードロック室12から反応容器1内にウエハ2を導入し、ヒータ3により、設定温度に加熱した状態で、原料ガス8を、ガス供*



また、 Si_3N_4 製の被エッチング材7がエッチングされると、その時の化学反応式は、以下の様になる。 ※



この様に、被エッチング材7が ClF_3 により、エッチングされると、 SiO_2 のエッチングでは、発生しなかった窒素(N_2)ガスが反応容器1内に放出される様になる。従って、図3に示す様に、エッチング時間の経過に伴う、反応容器1内の窒素ガス濃度の変化を監視すれば、エッチングが終了したかどうかを判定できる。つまり、エッチングの開始から、暫くの期間窒素ガス濃度が零であるが、突然急峻に立ち上がる事が分かる。これは、エッチング開始から、堆積膜16を除去している間は、ガス中に窒素が存在しないためである。堆積膜16が完全に除去されると、次第に、反応容器1壁面及び被エッチング材7の表面が、エッチングされる様になり、被エッチング材7の材料に含まれる窒素ガス分子がガス中に存在する様になるためである。

【0024】この様にして、エッチングの終了判定を行う事により、反応容器1に損傷を与える事なく、効率的に反応容器1内の堆積膜16をクリーニング出来、装置

6

*給系4から反応容器1内に供給すると、ガス反応が起こり、ウエハ2表面に所望の膜が成膜されると同時に、図5に示す様に、反応容器1及び被エッチング材7の壁面上に、均等厚さで堆積膜16が堆積する。反応後のガスは、真空ポンプ5、除害装置6を経て外部に排気される。所望の膜が成膜されたウエハ2は、反応容器1内からロードロック室12に取り出される。そして、また、ウエハ2が反応容器1内に導入され、成膜後に取り出される。この様な、プロセスが数回以上繰り返されると、反応容器1内の堆積膜の膜厚が増加してくる。そうすると、熱履歴、振動、膜の真性応力などが原因となって、次第に壁面から、堆積膜16が剥がれ易くなり、剥がれた膜が成膜中のウエハ2に付着する様になる。

【0020】この様な事態を避けるために、定期的に、エッチングガス9をガス供給系4から反応容器1内に供給し、反応容器1及び被エッチング材7の壁面に付着堆積した堆積膜をエッチングにより除去する。エッチング後のガスは、真空ポンプ5、除害装置6を経て外部に排気される。このエッチングの終了は、反応ガスの成分変化をガス分析器10で監視する事により判定する。

【0021】例えば、石英製の反応容器1内に、 Si_3N_4 製の被エッチング材7を設置し、壁面に堆積した堆積膜16(シリコン酸化膜(SiO_2))を ClF_3 でガスエッチングする事を考える。シリコン酸化膜(SiO_2)を ClF_3 でガスエッチングすると、その時の化学反応式は、以下の様になる。

【0022】

【化3】

※【0023】

【化4】

の安定稼働が実現出来るので、装置稼働率及び歩留まりが向上する。

【0025】第二実施例では、被エッチング材7の形状がシート状であり、それを、反応容器1内に置いた場合について説明した。しかし、被エッチング材7は、棒状など、どのような形状であっても良い。また、その設置の方法についても、反応容器1の壁面に埋め込むなどの方法でも良い。

【0026】図6から図8を用いて、本発明の第三実施例について説明する。図6に示す様に、この実施例では、反応容器1にロードロック室12、ガス分析器10が接続されている。反応容器1の内部にウエハ2が置かれ、反応容器1の壁面上に平板状の被エッチング材7と19が、反応容器1の外側にヒータ3が設置されている。

【0027】この様な、装置構成において、第二実施例と同様の成膜プロセスを実施した時に、図7に示す様

7

に、第1の被エッチング材7に厚く、第二の被エッチング材18に薄く、堆積膜16が堆積した場合に、堆積膜16をエッチングにより除去する。

【0028】この時、図8に示す様に、エッチング開始から、堆積膜16を除去している間は、ガス中に窒素ガスが存在しないために、暫くの期間窒素ガスの濃度が零である。しかし、第二の被エッチング材19上の薄い堆積膜16が除去されると、次第に、反応容器1壁面及び被エッチング材19の表面が、エッチングされる様になり、被エッチング材18の材料に含まれる窒素ガス分子がガス中に存在する様になり、窒素ガス分子の濃度が急峻に立ち上がる。さらに、第一の被エッチング材7上の厚い堆積膜16が除去されると、被エッチング材7がエッチングされる様になり、さらに、窒素ガスの濃度が上昇する。

【0029】以上の様に、エッチング時間の経過に伴う、反応容器1内の窒素ガス濃度の変化を監視する事により、反応容器1内の場所毎のエッチング状況に応じて、エッチングの終了を決定できる。

【0030】この様にして、エッチングの終了を決定する事により、反応容器1内の堆積膜16を効率的にクリーニング出来、装置が安定に稼働するので、装置稼働率及び歩留まりが向上すると言う効果がある。

【0031】第三実施例では、二つの被エッチング材7及び19の材質が同じ場合について説明したが、異なる材質であっても同様の効果が得られる。

【0032】図9を用いて、本発明の第四実施例を説明する。図9に示す様に、この実施例では、反応容器1にロードロック室12、水晶発振子17のコントローラ18が接続されている。反応容器1の内部にウエハ2が置かれ、反応容器1内に水晶発振子17が、反応容器1の外側にヒータ3が設置されている。

【0033】この様な、装置構成において、第一実施例と同様の成膜プロセスを実施した時に、水晶発振子17上に、堆積膜16が堆積すると、水晶発振子17の質量が増加するために、水晶発振子17の振動数が低下する。

【0034】この様な状態で、堆積膜16をエッチングにより除去すると、次第に、水晶発振子17上の堆積膜16も徐々に減少するために、振動数が次第に増加し

8

て、堆積膜が付着する前の振動数に戻る。この時点をも、エッチングの終了とする。

【0035】この様にして、エッチングの終了を決定する事により、反応容器1内の堆積膜16を効率的にクリーニング出来、装置が安定稼働するので、装置稼働率及び歩留まりが向上すると言う効果がある。

【0036】ここでは、半導体製造装置として、CVD装置を例にとり実施例を説明したが、本発明は、他のCVD装置、エッチング、スパッタ装置等の半導体製造装置への適用も、当然可能である。

【0037】

【発明の効果】本発明によれば、CVD装置等の低圧反応容器の壁面に付着、堆積した反応生成物を、反応容器に損傷を与える事なしに、除去出来る様になり、装置の長期安定稼働による装置稼働率及び歩留まりが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例の半導体製造装置のブロック図。

【図2】堆積膜の付着状態の説明図。

【図3】エッチング時間と窒素ガス濃度の関係を示す説明図。

【図4】本発明の第二実施例の半導体製造装置のブロック図。

【図5】堆積膜の付着状態の説明図。

【図6】本発明の第三実施例の半導体製造装置の説明図。

【図7】堆積膜の付着状態の説明図。

【図8】エッチング時間と窒素ガス濃度の関係を示す説明図。

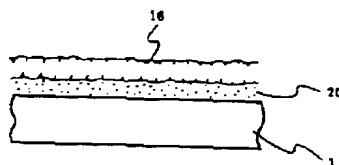
【図9】本発明の第四実施例の半導体製造装置のブロック図。

【符号の説明】

1…反応容器、2…ウエハ、3…ヒータ、4…ガス供給系、5…真空ポンプ、6…除害装置、7…被エッチング材、8…原料ガス、9…エッチングガス、10…ガス分析器、11…バルブ、12…ロードロック室、13…ウエハ支持台、14…ゲートバルブ、15…ガス供給管、20…コーティング膜、21…ダミーウエハ、22…原料ガス。

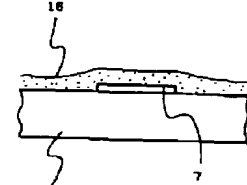
【図2】

図 2



【図 5】

5



8

